Nicht f. d. Austausch

Systematische Beziehungen einiger Kataloge zum System des FK3.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

genehmigt von der

Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

von

Eberhard Wahl

aus

Berlin.

Tag der Promotion: 1. Oktober 1937.
Tag der mündlichen Prüfung: 9. Juni 1937.

Kiel 1937.
Druck von C. Schaidt, Inhaber Georg Oheim, Kiel.

N 55

Referenten: Professor Dr. *Kopff*.

Professor Dr. *Guthnick*.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Abdruck aus den Astr. Nachr. Nr. 6306.
(Band 263. — Sept. 1937.)

Systematische Beziehungen einiger Kataloge zum System des FK3.*)

Von *E. Wahl.*

Einleitung. Die vorliegende Arbeit ist im Rahmen der Ableitung der definitiven Örter der Zusatzsterne des FK3 entstanden. Sie hat zur Aufgabe, systematische Beziehungen zum FK3 abzuleiten für einige Kataloge, für welche noch keine oder nur unvollständige Diskussionen dieser Beziehungen vorliegen. Dementsprechend ist auch die Auswahl der Kataloge erfolgt, im wesentlichen nach den Erfordernissen, die sich im Astronomischen Recheninstitut im Verlauf der Bearbeitung des FK3 ergaben.

Tafeln systematischer Korrektionen bestehen schon lange, es sei vor allem verwiesen auf die ausführlichen Werke von *Auwers*[1]), *Boss*[2]) und *Roy*[3]). Im Verlauf der Ableitung der Örter der Zusatzsterne wurden diese Werke, wenn irgend möglich, benutzt, indem die dort gegebenen Tafeln von dem jeweils zugrunde liegenden Fundamentalsystem NFK bzw. PGC auf das System des FK3 gebracht wurden. Zu diesem Zwecke habe ich Hilfstafeln zum Übergang von NFK bzw. PGC auf FK3 gerechnet, die an anderer Stelle[4]) veröffentlicht wurden. Diese Hilfstafeln geben für jedes Äquinoktium zwischen 1800 und 1930 direkt die entsprechenden Werte (FK3 − NFK) bzw. (FK3 − PGC), getrennt nach Δa_α, Δa_δ, Δa_m bzw. $\Delta\delta_\alpha$, $\Delta\delta_\delta$, wobei die Korrektionen Δa_α, $\Delta\delta_\alpha$ für den Nord- und Südhimmel getrennt worden sind. Als Grundlagen zu diesen Tafeln dienten die Vergleiche des FK3 mit NFK bzw. PGC, deren Ergebnisse von *H. Nowacki* in AN **255**.301 veröffentlicht worden sind. Ein Teil moderner Kataloge war im Verlauf der Ableitung des FK3 selbst schon im Astronomischen Recheninstitut neubearbeitet worden. Diese Vergleiche sind in Veröffentlichungen von *A. Kahrstedt*[5]) und *K. Heinemann-H. Nowacki*[6]) zu finden. Auch diese Bearbeitungen wurden, wenn möglich, herangezogen. Alle diese letztgenannten Tafeln beziehen sich auf den NFK und sind mit den oben erwähnten Hilfstafeln auf das System des FK3 gebracht worden.

In der vorliegenden Arbeit sollen nur Reduktionstafeln für die 11 neubearbeiteten Kataloge gegeben werden; davon sind 4 Kataloge: Str 1820, Ptta 1825, Mod 1900, Hgk 1900, in die GFH[7]) aufgenommen, die restlichen 7 Kataloge sind neueren Datums, bzw. erst in den letzten Jahren erschienen, so Me_3 (1890), Par_{90}, Cord B, Cord C (1900), 2. Grw_{25} (Sec. Grw. Cat. for 1925.0; Part I, Fund. Stars, London 1935), Uc_{25} BH (Cat. 1339 ét. fond; Liste de Backlund, Ann. Obs. R. Belg. Sér. **3**, T. 2, 4) und UcB1 (BAB **1**.161). Die gewählten Abkürzungen sind die der GFH [siehe *Ristenpart*, Fehlerverzeichnis[8])] bzw. die der »Abgekürzte Bezeichnungen für Sternkataloge« von *A. Kopff*[9]). Als System aller Reduktionstafeln dient das Fundamentalsystem des FK3. Es ist beabsichtigt, ein Generalverzeichnis systematischer Korrektionen (bezogen auf das System FK3) und Gewichte (Gewichtssystem *Auwers*) herauszugeben, das eine Zusammenfassung aller bisherigen im Astronomischen Recheninstitut durchgeführten Katalogvergleiche enthält. Ein Arbeitsexemplar dieses Verzeichnisses liegt bereits für alle diejenigen Kataloge vor, die bei der Bearbeitung der Örter der Zusatzsterne benutzt worden sind; in dieses Verzeichnis sind auch die Arbeiten des Unterzeichneten mit aufgenommen.

1. Methode der Ableitung systematischer Korrektionen.

Um die systematischen Beziehungen eines Kataloges zu einem Fundamentalkatalog abzuleiten, muß man das Instrumentalsystem des Kataloges mit dem Fundamentalsystem vergleichen. Bei der Ableitung der vorliegenden Tafeln wurden drei verschiedene Wege benutzt:

1. Direkter Vergleich mit FK3: 2. Grw_{25}.

2. Vergleich mit einem anderen Fundamentalkatalog und von dort Übergang auf FK3:

a) Vergleich mit NFK[10]): Str, Ptta, Me_3, Par_{90}, Hgk;
b) Vergleich mit PGC[11]): Cord B, Cord C, Uc_{25} BH;
c) Vergleich mit Eich[12]): Uc B 1.

3. Vergleich mit einem anderen Beobachtungskatalog und von dort Übergang auf FK3, evtl. über einen der drei früheren Fundamentalkataloge: Mod über Kü 1900.

Diese verschiedenartige Behandlung hatte besondere Gründe: Da der FK3 bisher nur im Manuskript für die Äquinoktien 1925.0 und 1950.0 vorlag, war ein Vergleich von 2. Grw_{25} mit FK3 das Gegebene. Die Örter der Fundamentalsterne des NFK waren dagegen schon auf sehr viele Äquinoktien zurückgerechnet, so daß durch die Benutzung des NFK für ältere Kataloge (Str, Ptta, Me_3, Par_{90}) ein großer Zeitgewinn erreicht wurde. Der Vergleich der Kataloge Cord B und Cord C geschah über PGC, da diese Kataloge im Anhang schon die Einzeldifferenzen (Katalog − PGC) geben, die direkt benutzt wurden; für den Katalog Uc_{25} BH wurden die Werte (Uc_{25} BH − PGC) vom Observatoire Royal de Belgique, Uccle, freundlichst zur Verfügung gestellt.

*) Als Dissertation von der Mathem.-Naturw. Fakultät der Universität Berlin genehmigt.

1) Reduktionstafeln (Astr. Abh. Erg.-H. z. d. AN 1,7). 2) Preliminary General Catalogue. Carnegie Inst. of Wash. 1910. Appendix III.

3) Systematic Corrections and Weights of Catalogs.

4) Dritter Fundamentalkatalog des Berl. Astron. Jahrbuches. Veröff. Astron. Recheninstitut. Nr. 54 Anhang II (1937).

5) AN **228**.57 (1926); AN **232**.89 (1928); AN **235**.369 (1929); AN **240**.385 (1930); siehe auch Hinweis in 4).

6) AN **252**.353 (1934). 7) Geschichte des Fixsternhimmels (Preußische Akademie der Wissenschaften).

8) Astron. Abh. Erg.-H. z. d. A. N. Nr. 16 (p. 490ff.) (1909). 9) AN **248**.333 (1933).

10) *J. Peters*: Neuer Fundamentalkatalog des Berl. Astron. Jahrbuches. Veröff. Berl. Astron. Recheninst. Nr. 33 (1907).

11) Preliminary General Catalogue. Carnegie Inst. of Wash. 1910.

12) Astr. Papers **10**,1 *Eichelberger*. Positions and proper motions of 1504 Standard Stars for the Equinox 1925.0.

Der Katalog UcB1 gibt für jeden Stern Korrektionen zu Eich, die direkt benutzt wurden.

Die dritte Möglichkeit (Vergleich mit einem Beobachtungskatalog) ist nur angebracht, wenn etwa zu derselben Epoche ein systematisch gut definierter Katalog vorliegt, wie hier beim Katalog Mod als Grundkatalog der Katalog Kü 1900. Dieser Weg wird im allgemeinen nur eingeschlagen, wenn der zu vergleichende Katalog nur eine sehr schmale Zone umfaßt und daher ein Vergleich mit einem Fundamentalkatalog wegen des Fehlens genügend vieler Vergleichsterne unmöglich wird. Der Katalog Mod umfaßt die Zone $(+0°/+4°)$ und enthielt weder genügend NFK-Sterne noch genügend PGC-Sterne. Dagegen hatte er mit dem Katalog Kü 165 Sterne gemeinsam, wodurch ein Vergleich möglich wurde.

2. Durchführung des Katalogvergleichs.

Bei Ableitung der systematischen Korrektionen wurde eine Methode benutzt, die sich im Astronomischen Recheninstitut seit mehreren Jahren bewährt hat. Da diese Methode ausführlich noch nicht beschrieben worden ist und sich in verschiedenen Punkten von der sonst gebräuchlichen unterscheidet, sei sie hier an Hand der Beschreibung des Katalogvergleichs 2. Grw_{25} mit FK3 ausführlich dargestellt. Die Unterschiede gegen die im Lehrbuch von *de Ball*[1]) gegebene Methode, die öfter benutzt wird, sind kurz die folgenden:

1. Die Ableitung der Korrektionen geschieht ausschließlich durch graphische Ausgleichung.

2. Der konstante Anteil der Korrektionen wurde prinzipiell bei der Untersuchung nach $\Delta\alpha_\delta$, $\Delta\delta_\delta$ mitgenommen; dadurch werden die Korrektionen $\Delta\alpha_\alpha$, $\Delta\delta_\alpha$ rein periodisch ohne konstantes Glied.

3. Eine rechnerische Ausgleichung der periodischen Korrektionen durch Ansatz von Fourierreihen ist nicht geschehen. Bei Durchrechnung von Beispielen ergab sich, daß die dadurch erfolgte Glättung der Einzelmittel oft zu stark war, auch wenn man die Glieder $c \sin 2\alpha$ und $d \cos 2\alpha$ mitnahm. Ein Urteil über den noch zulässigen Grad der Glättung von Kurven ergibt eine Überlegung, die weiter unten (Seite 359) angestellt wird. Den dort abgeleiteten Kriterien genügen die rechnerisch abgeleiteten Kurven in vielen Fällen nicht (z. B. Uc_{25}BH: $\Delta\delta_\delta$).

4. Die Korrektionen $\Delta\alpha_\alpha$, $\Delta\delta_\alpha$ wurden, wenn möglich, in verschiedene Zonen aufgeteilt. Siehe dazu die Untersuchungen von *A. Kopff* und *A. Kahrstedt*[2]).

5. Die Ableitung der Helligkeitsgleichung geschah nach Anbringung aller übrigen Korrektionen.

Der Katalogvergleich 2. $Grw_{25} - FK3$ nahm folgenden Verlauf: Der Vergleich gilt für Part I: Fundamental Stars. Ob die Tafeln auch für die Zone $(+32°/+64°)$ gelten, ist nicht nachgeprüft worden. [Im zweiten Teil (Zonensterne) sind die Fundamentalsterne für den Zonenbereich mit denselben Örtern wie Part I abgedruckt.] Da der Katalog bereits auf das Äquinoktium 1925.0 mit EB reduziert worden ist, sind die Örter direkt vergleichbar mit denen des FK3. [Falls dies nicht der Fall ist, muß man den Katalogort unter Benutzung der EB des Fundamentalkatalogs auf das Katalogäquinoktium reduzieren.] Nun bildet man die Differenzen der Örter der gemeinsamen Sterne (»Vergleichsterne«) in 2. Grw_{25} und FK3:

$$\Delta\alpha = \alpha_{FK_3} - \alpha_{Kat.}$$
$$\Delta\delta = \delta_{FK_3} - \delta_{Kat.}$$

Diese Differenzen wurden nach der Deklination in 5° breiten Streifen (Gruppen) geordnet. Nun rechnet man das einfache Gruppenmittel für jeden der Streifen, und durch übergreifende, entsprechend der Sternzahl gebildete Zweier- bzw. Dreiermittel erhält man eine Korrektion für sich überlappende 10°- bzw. 15°-Streifen. Bei dieser Anordnung nach Deklination wird man unter Umständen einzelne Differenzen ausschließen, wenn sie vollständig herausfallen. Durch die Bildung von Dreiermitteln werden kleine Unregelmäßigkeiten, die sich teils aus der mehr oder weniger ungleichmäßigen Verteilung der Vergleichsterne, teils aus kleinen tatsächlichen Verzerrungen des Instrumentalsystems ergeben, bereits weggeglättet. Die Dreiermittel (meist wurden Dreiermittel benutzt, diese Angaben gelten aber ebenso für Zweier- oder Vierermittel) wurden nun auf Millimeterpapier aufgetragen und durch eine sich den Werten mehr oder weniger anschmiegende Kurve noch einmal graphisch geglättet. Als Maßstab wurde meist gewählt $0^s.001 = 2$ mm bzw. $0''.01 = 2$ mm. Die so entstandene Kurve stellt die Korrektion $\Delta\alpha_\delta$ bzw. $\Delta\delta_\delta$ graphisch dar. Aus ihr wurde die Korrektion tabuliert und von den Ausgangswerten abgezogen.

Bei dieser Korrektion nach Deklination ist zu untersuchen, ob ein sogen. Zenitsprung auftritt. Man teilt dazu die Sterne in der Umgebung des Zenits in Zonen, deren Grenze das Zenit des Beobachtungsortes ist. Dabei sind Sterne in nächster Nähe des Zenits möglichst wegzulassen, da bei ihnen nicht ganz sicher ist, ob sie in der Lage »Füße Nord« oder »Füße Süd« beobachtet worden sind. Dieser Lagenunterschied wird aber der Hauptgrund für den Zenitsprung bilden, ist also bei den dem Zenit nächsten Sternen nicht sicher zu erfassen. Bei 2. Grw_{25} war sowohl in $\Delta\alpha_\delta$ als auch in $\Delta\delta_\delta$ ein Zenitsprung nicht nachzuweisen.

Als zweites folgt nun die Diskussion nach Rektaszension. Diese erfolgt bei genügend großer Anzahl der Vergleichsterne nach Zonen getrennt. Gewählt wurden im allgemeinen:

1. Die Äquatorzone $(+40°/-40°)$, evtl. noch unterteilt in zwei Unterzonen $(+40°/+0°)$ und $(-0°/-40°)$.
2. Die Zenitalzone $(+40°/+60°)$ bzw. $(-40°/-60°)$.
3. Die Polzone $(+60°/+80°)$ bzw. $(-60°/-80°)$, evtl. getrennt nach OC und UC (falls OC und UC getrennt gegeben sind).

Als Grundzone oder erste Zone wird die Äquatorzone $(+40°/-40°)$ bezeichnet, und die Korrektion, abhängig von AR, als $\Delta\alpha_{\alpha_1}$ $(\Delta\delta_{\alpha_1})$. Für die anderen Zonen berechnet man Zusatzkorrektionen:

in AR: 2. $\Delta\alpha_{\alpha_2} - \Delta\alpha_{\alpha_1}$ für die Zenitalzone $(+40°/+60°)$ bzw. $(-40°/-60°)$

3. $(\Delta\alpha_{\alpha_3} - \Delta\alpha_{\alpha_1}) \cos\delta$ für die Polzone $(+60°/+80°)$ bzw. $(-60°/-80°)$

[1]) Lehrbuch der sphär. Astronomie (Leipzig 1912).

[2]) *A. Kahrstedt.* AN **225**.265 (1925); AN **227**.49 (1926); AN **228**.57 (1926). — *A. Kopff.* AN **225**.273 (1925).

in δ: 2. $\Delta\delta_{\alpha_2}-\Delta\delta_{\alpha_1}$ für die Zenitalzone $(+40°/+60°)$ bzw. $(-40°/-60°)$

3. $\Delta\delta_{\alpha_3}-\Delta\delta_{\alpha_1}$ für die Polzone $(+60°/+80°)$ bzw. $(-60°/-80°)$

In die entsprechenden Zonen waren auch die oben erwähnten Hilfstafeln zum Übergang von NFK auf FK3 bzw. PGC auf FK3 unterteilt worden.

Ist Zonentrennung nicht möglich oder unnötig, so leitet man ein einfaches Δa_α ab, gültig für den ganzen Bereich.

Die Ableitung von $\Delta a_{\alpha_1}(\Delta\delta_{\alpha_1})$ geschah bei 2. Grw_{25} auf folgendem Wege:

Die Äquatorzone enthält im vorliegenden Falle alle Sterne zwischen $-30°$ (südliche Grenze des Kataloges) und $+40°$. Die Werte $(\Delta a-\Delta a_\delta)$ bzw. $(\Delta\delta-\Delta\delta_\delta)$ wurden in 1^h-Gruppen zusammengefaßt zu 1^h-Gruppenmitteln; bei der großen Zahl der Vergleichsterne konnten hier Zweiermittel gebildet werden, und nun wurden diese Werte ebenfalls graphisch ausgeglichen. Die sich so aus der Kurve ergebenden Werte wurden tabuliert als $\Delta a_{\alpha_1}(\Delta\delta_{\alpha_1})$. Man bringt sie nun im Sinne $(\Delta a-\Delta a_\delta)-\Delta a_{\alpha_1}$ an alle Differenzen an, nicht nur an die Differenzen $(\Delta a-\Delta a_\alpha)$ der Zeitsterne (dasselbe in Deklination).

Da die Zeitsterne, die das Δa_α-System definieren, nun aber in der Äquatorzone liegen, wird diese Korrektion eine wesentliche Änderung in höheren Zonen erfahren können. Um dies zu berücksichtigen, leitet man aus den Werten $(\Delta a-\Delta a_\delta-\Delta a_{\alpha_1})$ bzw. $(\Delta\delta-\Delta\delta_\delta-\Delta\delta_{\alpha_1})$ Zusatzkorrektionen ab. Dies geht genau so vor sich wie die Ableitung der $\Delta a_{\alpha_1}(\Delta\delta_{\alpha_1})$. Man wird die Zusätze aber, da meist weniger Vergleichsterne zur Verfügung stehen, durch 3^h-Mittel oder sogar 4^h-Mittel ausgleichen und auch noch eine stärkere graphische Glättung gestatten. Bei Ableitung des Polzonenzusatzes ($\delta>60°$) in AR reduziert man, um die Mittelbildung zu sichern, die Werte $(\Delta a-\Delta a_\delta-\Delta a_{\alpha_1})$ durch Multiplikation mit $\cos\delta$ auf den Äquator.

Diese Korrektionen (Δa_{α_1}, $\Delta\delta_{\alpha_1}$ und ihre Zusätze) zeigen nur das mittlere Verhalten des Instrumentalsystems an. Dessen zeitliche Änderung wird jedoch durch sie nicht erfaßt. Der säkulare Teil der Änderung wird aber schon bei der Bearbeitung der Kataloge z. B. durch säkular sich änderndes Azimut berücksichtigt worden sein. Es bleibt also nur noch der periodische Teil der Änderung des Instrumentalsystems übrig, sozusagen das Schwanken des augenblicklichen Systems um ein mittleres, für das die Korrektionen gebildet worden sind. Die Zeitdauer solcher kleinen Schwankungen wird so gering sein, daß sie sich bei sehr vielen Beobachtungen, verteilt über viele Tage, im Mittel herausheben werden. Daher kann man solche kleinen, an sich systematischen Fehler ohne weiteres bei einer systematischen Kataloguntersuchung fortlassen und sie zu den zufälligen Fehlern schlagen. Dies ist allerdings auch einer der Gründe, weshalb der mittlere Fehler, der sich aus den Resten der verglichenen Fundamentalsterne ergibt, größer herauskommt als der im Katalog gegebene, aus der inneren Übereinstimmung der Einzelbeobachtungen gerechnete.

Als drittes ist nun auch noch die Untersuchung auf das Vorhandensein einer Helligkeitsgleichung (Hgl) zu machen. Bei älteren Katalogen tritt meist noch eine Hgl auf, da entweder die Abhängigkeit der AR-Bestimmung von der Helligkeit gar nicht berücksichtigt wurde oder aber nur unvollkommene Maßnahmen zur Vermeidung dieses Einflusses getroffen wurden. Bei modernen Katalogen, die fast ausschließlich mit unpersönlichem Mikrometer und bei abgeblendetem Fernrohr beobachtet werden, ist diese Korrektion nicht mehr wesentlich; sie kann fast immer gleich null gesetzt werden. Auch der Katalog 2. Grw_{25} zeigt gegen den FK3 keine Hgl. Bei Vergleich mit dem NFK ist zu beachten, daß der NFK mit Hgl gegen den FK3 behaftet ist, die von *A. Kahrstedt*[1]) diskutiert wurde. Der PGC und Eich sind frei von Hgl gegen FK3.

Die Untersuchung auf Hgl geschieht folgendermaßen: Man gruppiert die restlichen Differenzen (nach Anbringung aller übrigen Korrektionen) in etwa 0^m5 bis 1^m0 umfassende Gruppen. Die Gruppenmittel kann man nun nach der Formel:

$$\Delta a_m = c(m-m_0)$$

graphisch oder rechnerisch ausgleichen, wobei c = Konstante der Helligkeitsgleichung, m = mittlere Helligkeit der Gruppe, m_0 = Helligkeit, für die $\Delta a_m = 0$. Eine Mitnahme zweiter Glieder erweist sich bei dem an sich geringen Betrag der Rest-Hgl in modernen Katalogen nicht als notwendig. Größere Werte erreicht die Hgl erst bei den Grenzhelligkeiten des Kataloges. Dort ist der lineare Verlauf, der sonst zur Darstellung der Hgl ausreicht, meist nicht mehr vorhanden, so daß evtl. eine gesonderte Behandlung einsetzen muß. Da die Vergleichsterne jedoch meist Helligkeiten bis etwa 7^m5 herab haben, wird ein direkter Vergleich in den Grenzhelligkeiten der Kataloge (etwa 8^m5 bis 9^m5) nicht möglich sein. Näheres über die Berücksichtigung der Hgl schwacher Sterne in der Einleitung zum Katalog Kü, Veröff. Bonn **10** (z. B. p. 40ff.). Falls die Hgl nicht null ist, bringt man sie ebenfalls mit umgekehrten Vorzeichen an die Reste an, um diese von systematischen Fehlern völlig zu befreien.

3. Ableitung der Gewichte.

Die Ableitung der Gewichte geschah nach den Formeln von *Auwers*, die im Lehrbuch der sphärischen Astronomie von *de Ball*, p. 275, angegeben sind, mit den in AN **161**.75 gegebenen Grundlagen. Die Formeln lauten

$$d_n = \sqrt{(a^2+b^2/n)} \qquad p_n = d_0^2/d_n^2$$

wobei bedeutet: a den konstanten Fehleranteil, b^2/n den mit n variablen Fehleranteil, n die Anzahl der Beobachtungen, d_0 den durchschnittlichen Fehler der Gewichtseinheit, d_n den durchschnittlichen Fehler bei n Beobachtungen und p_n das zugehörige Gewicht. Die Grundlagen sind:

in AR: mittl. Fehler der Gewichtseinheit $\pm 0^s0381 \sec\delta$
in δ: mittl. Fehler der Gewichtseinheit $\pm 0''396$

und daraus ergibt sich

in AR: $d_0^2 = 0.000924$ in $(0^s001)^2$
in δ: $d_0^2 = 0.0999$ in $(0''01)^2$.

Aus dem Katalogvergleich zu entnehmen ist das d_n, der zufällige durchschnittliche Fehler eines Ortes, der aus n Beobachtungen entstanden ist. Nun können die auf die oben beschriebene Weise nach Anbringung aller systematischen Kor-

[1]) Die Helligkeitsgleichung des NFK. AN **225**.265 (1925); AN **227**.49 (1926).

rektionen erhaltenen Reste unter der eingangs gemachten Einschränkung als frei von systematischen Fehlern im Vergleich zum Fundamentalkatalog betrachtet werden. Die Reste rühren also her von den zufälligen Fehlern der Beobachtung und zum kleinen Teil von den individuellen Fehlern der Fundamentalsterne im Fundamentalsystem, entstanden hauptsächlich durch unsichere EB. Sie sollen im folgenden der Einfachheit halber als zufällige Fehler v betrachtet werden. Die Abhängigkeit dieser Fehler von der Anzahl der Beobachtungen und die Größe von v bei einer bestimmten Anzahl n der Beobachtungen gibt ein Maß für die innere Genauigkeit des Katalogs und damit eine Gewichtszahl p_n für n Beobachtungen. Bei dieser Betrachtungsweise werden die individuellen Fehler der Fundamentalsterne im Fundamentalsystem nicht berücksichtigt. Dieser Anteil am Restfehler ist aber im Falle eines der drei Fundamentalkataloge (NFK, PGC, FK3) immer wesentlich kleiner als der zufällige Fehler eines beobachteten Ortes. Er wurde bei der Verbesserung des NFK durch die Anbringung vorläufiger individueller Korrektionen an die Einzelsterne noch in Rechnung gezogen. Seine Nichtberücksichtigung ergibt ein leichtes Anwachsen des konstanten Fehleranteils a. Da aber die Gewichte in gewissem Umfang sowieso unsichere Größen sind, ist der Fehler, der an sich theoretisch begangen wird, ohne Bedeutung.

Die so berechneten Gewichte sind mit den in AN **161**.75 und AN **162**.373 und unter Berücksichtigung der dort gegebenen Bemerkung auch mit den in AN **151**.230 veröffentlichten Gewichtstafeln direkt vergleichbar. Um diese Homogenität zu erreichen, geschah die Ableitung auch im Gewichtssystem *Auwers*. *Boss* benutzt zur Ableitung der Gewichte im PGC eine ähnliche Formel[1]), die dort p. 280 zu finden ist.

In den Bemerkungen über die Gewichtsableitung schreibt *Boss* (AJ **23**.193): »It has been considered advisable to regard ±0″.1 as a sort of limit of precision attainable in the determination of either coordinate of an individual star«. Bei einer Festsetzung des wahrscheinlichen Fehlers der Gewichtseinheit

in AR: wahrsch. Fehler $\pm 0^s.020 \sec\delta$ | Grundlagen der
in δ: wahrsch. Fehler $\pm 0''.30$ | *Boss*schen Gewichte

ergibt sich als Gewicht dieser Grenze $p_g = 9$. Aus diesem Grunde kommen bei *Boss* keine Gewichte höher als 10 vor; *Boss* hat also anscheinend alle gerechneten höheren Gewichte stark gedrückt. Es ist aber bei den modernen Katalogen mit vielen Beobachtungen sicher eine höhere Genauigkeit zu erreichen und daher die Beschränkung der Gewichte bis zur Grenze ±0″.1 heute nicht mehr streng zulässig. Für ältere Kataloge ist es jedoch in manchen Fällen erwünscht, die *Boss*schen Gewichte auf das System *Auwers* zu übertragen. Die Umrechnungsfaktoren hierzu sind nach *Boss*:

$$(p_\alpha)_{Boss} \cdot 1.441 = (p_\alpha)_{Auwers}; \quad (p_\delta)_{Boss} \cdot 0.707 = (p_\delta)_{Auwers}$$
$$(p_\alpha)_{Auwers} \cdot 0.694 = (p_\alpha)_{Boss}; \quad (p_\delta)_{Auwers} \cdot 1.414 = (p_\delta)_{Boss}$$

In den vorliegenden Fällen geschah die Gewichtsableitung folgendermaßen:

Die Restabweichungen nach Anbringung aller systematischen Korrektionen werden mit v bezeichnet. Die absoluten Beträge dieser Restfehler, $|v|$, wurden nun in Gruppen nach der Anzahl der Beobachtungen geordnet und Gruppenmittel gebildet, ohne daß hier ein $|v|$ in mehr als eine Gruppe kam. Dadurch erhält man je einen durchschnittlichen Fehler, entsprechend einer bestimmten Anzahl n der Beobachtungen. In AR multipliziert man die $|v|$ mit $\cos\delta$ (Reduktion auf den Äquator). Man kann dies auch gruppenweise (in etwa 10° breiten Streifen nach δ) machen und dabei gleich prüfen, ob tatsächlich die $|v|$ der verschiedenen Deklinationen proportional einem $|v_0| \sec\delta$ sind. Ist dies nicht der Fall, wird also die Genauigkeit zum Pol hin entweder größer oder geringer (d. h. $|v| \cos\delta$ als eine Bogenmaßgröße größer oder kleiner als am Äquator), so muß man für höhere Deklinationen Sondertafeln der Gewichte berechnen; dieser Fall trat aber bei den vorliegenden Katalogen nicht ein. Der durchschnittliche Fehler eines Katalogortes und damit auch der mittlere durchschnittliche Fehler für eine solche oben beschriebene Gruppe setzt sich nach der Formel von *Auwers* aus zwei Anteilen zusammen:

1. Der konstante Fehleranteil (bezeichnet a), herrührend von den Dimensionen des Instrumentes, vom Beobachter, der Umgebung, oder was dasselbe ist, der konstante Restfehler, besagt, daß es unmöglich ist, alle kleinen Unregelmäßigkeiten der systematischen Korrektionen voll zu erfassen.

2. Der mit wachsendem n abnehmende Fehleranteil, herrührend z. B. von der fehlerhaften Einstellung, falschen Ablesungen, der Luftunruhe, fehlerhaften momentanen Refraktionen usw., alles Einflüsse, die sich bei sehr vielen Beobachtungen im Mittel herausheben.

Die Werte von a und b erhält man mit genügender Sicherheit durch Versuche. Man kann für moderne Kataloge zunächst annehmen $a = \pm 0^s.004$ bis $\pm 0^s.005$ (AR) bzw. $= \pm 0''.07$ bis $\pm 0''.10$ (δ) und aus den vorliegenden Werten von d_n unter gleichzeitiger Variation von a erhält man dann b. Mit den endgültigen Werten von a und b rechnet man dann für $n = 1, 2, \cdots$ das entsprechende $d_1, d_2, \cdots$. Nun ist $p_n = d_0^2/d_n^2$. Unter Benutzung der Zahlenwerte für d_0 ergibt sich schließlich

in AR: $p_n = 0.000924/d_n^2$ in δ: $p_n = 0.0999/d_n^2$.

Die so entstandenen Gewichte sind in den Tafeln im Abschnitt **6** für die hier bearbeiteten Kataloge gegeben.

Neben dieser für gewöhnlich anzuwendenden Methode stehen nun auch noch andere, die je nach der Art der vorliegenden Beobachtungsdaten zu benutzen sind. Hat z. B. ein Katalog für alle Sterne fast dieselbe Anzahl von Beobachtungen, so kann man direkt für einen Katalogort ein gemeinsames Gewicht ableiten, indem man aus den gesamten Restabweichungen einen gemeinsamen durchschnittlichen Fehler d bildet und sofort erhält:

$$p = c/d^2$$

wobei c die jeweils anzuwendende Konstante für AR bzw. Dekl. ist (s. o.).

Bei manchen Katalogen ist die obige Methode nicht anwendbar. Vor allem gilt dies für Kataloge, die nicht mit einem Fundamentalkatalog, sondern zunächst mit einem anderen Beobachtungskatalog verglichen worden sind. In

[1]) In der Formel im PGC ist ein Druckfehler: statt $e_c = \sqrt{[(e_0)^2 + e_2/n]}$ lies $e_c = \sqrt{[(e_0)^2 + e_1^2/n]}$.

einem solchen Falle ist die eine Voraussetzung für Anwendung der obigen Methode nicht erfüllt, nämlich daß die individuellen Fehler des Grundkataloges klein sind gegen die Fehler des zu vergleichenden Kataloges. Eine Formel zur Ableitung der Gewichte müßte also auf diesen Einfluß Rücksicht nehmen durch Aufspaltung von a und b in die Anteile der beiden Kataloge. Dies ist praktisch sehr schwer zu erreichen und durch die Notwendigkeit einer zweidimensionalen Gruppierung nach n und n' (Anzahl der Beobachtungen in den beiden Katalogen) auch sehr schlecht durchzuführen. In solchen Fällen kann man eine Methode benutzen, die auf den mittleren Fehler, wie er im Katalog meist gegeben ist, zurückgeht. Dieser mittlere Fehler ist aus der inneren Übereinstimmung der Einzelbeobachtungen ein- und desselben Sternes gerechnet. Wie schon bemerkt, ist er in den meisten Fällen kleiner als der sich aus einem Vergleich mit einem Fundamentalkatalog ergebende mittlere Fehler. Trotzdem kann man auch hier von der *Auwers*schen Formel näherungsweise folgendermaßen Gebrauch machen. Man setzt für moderne Kataloge in AR: $a = 20 \sec\delta$ in $(0^s001)^2$, in δ: $a = 50$ in $(0''01)^2$ und berechnet aus dem im Katalog gegebenen Wert von d das zugehörige b. Dann ergeben sich die Gewichte wie früher.

Beispiel für diese Methode: Alb_{00} (α)

der wahrscheinliche Fehler einer Beob. ist $w_1 = \pm 0^s024$

der durchschnittliche Fehler einer Beob. ist $d_1 = \pm 0^s028$

Nun ist

$$d_1^2 = 0.000784$$
$$-a^2 = -0.000020$$
$$d_1^2 - a^2 = b^2/1 = 0.000764$$
$$d_0^2 = c = 0.000924$$

Also $a^2 = 20$; $b^2 = 764$.

Daraus berechnet man sich eine Tafel:

n	b^2/n	$d^2 = b^2/n + a^2$	$p = c/d^2$
1	764	784	1.2
2	382	402	2.3
3	255	275	3.4
4	191	211	4.4
5	153	173	5.3

Bei einigen Katalogen ist darauf zu achten, daß die Beobachtungen der Zirkumpolarsterne in OC und UC gemacht worden sind. Sind die Ergebnisse beider Beobachtungsarten als getrennte Örter im Katalog gegeben, behandelt man beide völlig unabhängig voneinander, führt also zwei Polzonen ein (OC, UC). Die Tafeln gelten dann für beide Zonen getrennt. Meist werden jedoch beide Beobachtungsarten in einem einzigen Katalogort zusammengefaßt worden sein, und nur die Anzahl der Beobachtungen in OC und UC ist getrennt gegeben. Bei der Ableitung systematischer Korrektionen sind diese Örter genau so wie alle anderen zu behandeln, für die Gewichte ist jedoch zu beachten, daß die Sterne (bzw. Beobachtungen eines Sternes) in UC (und damit oft in erheblicher Zenitdistanz beobachtet) ein geringeres Gewicht erhalten müssen. *Eichelberger* gibt dafür einen Faktor für die Wash-Kataloge, der in Astr. Pap. **10**, 1 (p. 11), Table III, angeführt wird. Dort in Table IV (p. 12) sind auch die »Z. D. Factors« berechnet. Eine entsprechende Tafel findet sich auch bei *Boss* PGC p. 281. Diese Tafeln können zur Ableitung der Gewichte in UC benutzt werden; das so erhaltene Gewicht wird dann mit dem in OC erhaltenen kombiniert. Meist genügt es, den Genauigkeitsabfall in UC zu berücksichtigen durch die Annahme, daß man die Anzahl der Beobachtungen in UC mit $\frac{8}{9}$ multipliziert und für die Gesamtzahl n (also $n_{OC} + \frac{8}{9} n_{UC}$) von Beobachtungen nun aus der Gewichtsformel das entsprechende Gewicht ableitet. Für Sterne in engster Umgebung der Pole ($\pm 10°$) kann man die Genauigkeit in OC und UC gleich setzen; denn in diesem kleinen Intervall nimmt die Genauigkeit nicht so schnell ab. Sind eventuell die für die Mittelung von OC und UC im Katalog benutzten relativen Gewichte schon in der Katalogeinleitung selbst gegeben, kann man praktischerweise auch diese auf die Gewichte anwenden.

4. Spezialfälle.

Es treffen bei einzelnen Katalogen nun nicht immer die in den früheren Abschnitten gemachten Voraussetzungen zusammen, die einen Vergleich mit einem Fundamentalkatalog in derselben Form möglich machen wie bei dem oben beschriebenen von 2. Grw_{25}. Einige Besonderheiten seien hier noch erwähnt.

1. Es kommt vor, daß in einem Katalog sowohl Sterne mit hundert und mehr und solche mit nur einer Beobachtung auftreten. Würden nun alle Sterne ohne Unterschied zur Ableitung systematischer Korrektionen benutzt werden, so könnten die Korrektionen durch zufällige Fehleranhäufung in den Resten der Sterne mit wenig Beobachtungen erheblich entstellt werden. In einem solchen Falle hilft man sich durch Einführung von a-priori-Gewichten (zum Unterschied von gerechneten Gewichten p mit P bezeichnet). Praktischerweise läßt man auch bei genügender Anzahl gemeinsamer Sterne alle Sterne mit nur einer Beobachtung völlig weg, da diese Örter durch Fehlen einer zweiten Beobachtung nicht gegen grobe Versehen geschützt sind. Den anderen Sternen gibt man zur Ableitung der systematischen Korrektionen a-priori-Gewichte, z. B. nach der nachstehenden Tafel:

n	P
2 bis 9	1
10 » 49	2
50 » 199	3
$\geqq 200$	4

Bei dieser Gewichtsfestsetzung ist allerdings große Vorsicht geboten. Bei zu großen Unterschieden in den a-priori-Gewichten bekommen schließlich die häufig beobachteten Sterne, immer nur wenig an Zahl, das Übergewicht. Dann hängt das systematische Verhalten fast ausschließlich an diesen wenigen Sternen und nicht an möglichst vielen, wie man es zur Ableitung verlangt. Denn auch die Sterne mit viel Beobachtungen können noch einen erheblichen Restfehler individueller Natur haben, der die systematischen Korrektionen entstellen kann. Bei vorsichtiger Anwendung dieser Methode ergibt sich allerdings ein wesentlich besseres Ergebnis. Maximal habe ich angewandt P von 1 bis 5 für n von 2 bis >200.

2. Bei manchen Katalogen ist die Verteilung der Vergleichsterne nach AR sehr ungleichmäßig. Dadurch erhält

man nicht ein richtiges $\Delta\alpha_\delta$ bzw. $\Delta\delta_\delta$ beim Mitteln über 24^h, sondern einen durch die unregelmäßige Verteilung verfälschten Wert. Bei solchen Katalogen bleibt nichts weiter übrig, als die Diskussion doppelt zu machen. Man leitet zunächst ein genähertes $\Delta\alpha_\delta$ ab, danach aus $(\Delta\alpha - \Delta\alpha_\delta)$ ein $\Delta\alpha_\alpha$. (Zonentrennung wird in solchen Fällen nicht mehr möglich sein, also gilt dann $\Delta\alpha_\alpha$ für den Bereich des Kataloges, praktisch etwa $(+60°$ bis $-20°)$. Nun bildet man $\Delta\alpha - \Delta\alpha_\alpha$, und leitet aus diesen Werten ein neues $\Delta\alpha_\delta$ ab; dieser Wert kann nun nicht mehr wesentlich durch die mangelhafte Verteilung der Vergleichsterne nach AR beeinflußt worden sein. Unter Umständen bildet man noch einmal aus den neuen $(\Delta\alpha - \Delta\alpha_\delta)$ ein $\Delta\alpha_\alpha$, im allgemeinen wird man aber wegen der Unsicherheit der zugrunde liegenden Daten von einer Doppelableitung der $\Delta\alpha_\alpha$ absehen können.

5. Die Glättung der Korrektionskurven.

Die systematischen Korrektionen wurden graphisch geglättet. Dabei entsteht die Frage, wie weit diese Glättung gehen darf, ohne die charakteristische Gestalt der Kurve zu verwischen. Die geglätteten Kurven entstanden folgendermaßen (siehe dazu auch Seite 352): Die sich aus Mittelung schmaler Bereiche ($\Delta\alpha_\delta$, $\Delta\delta_\delta$ z. B. 5°; $\Delta\alpha_\alpha$, $\Delta\delta_\alpha$ z. B. 1^h) ergebenden Werte (»Gruppenmittel«) wurden aufgetragen und durch die so entstandenen Punkte eine ausgleichende Kurve gelegt. Für die Glättung stellt man folgende Bedingung auf: Man verlangt, daß die Abweichung des einem Gruppenmittel entsprechenden Punktes von der Kurve kleiner oder größenordnungsmäßig gleich ist dem durchschnittlichen Fehler des Gruppenmittels. Und zwar soll diese Bedingung im Mittel über alle Gruppen ein- und derselben Kurve gelten.

1. Der durchschnittliche Fehler eines Gruppenmittels hängt ab:

a) von der Anzahl der zur Ableitung benutzten Sterne und

b) von der Einzelgenauigkeit jedes dieser Vergleichsterne.

Die Genauigkeit der verschiedenen Gruppenmittel, die zusammen zur Ableitung der ausgleichenden Kurve benutzt werden, ist also verschieden, d. h. die durchschnittlichen Fehler der Gruppenmittel haben verschiedene Größe. Diese Unterschiede werden aber im allgemeinen nicht groß sein, so daß man also einen mittleren durchschnittlichen Fehler D_m für alle Gruppenmittel annehmen kann. Zur Ableitung dieses durchschnittlichen Fehlers denkt man sich alle Gruppenmittel gleichmäßig entstanden aus N_m Vergleichsternen, deren jeder $n_m$mal beobachtet worden ist. N_m ist hierbei die mittlere Anzahl von Sternen in der Gruppe (gemittelt über alle Gruppen) und n_m eine mittlere Anzahl der Beobachtungen (gemittelt über alle Vergleichsterne). Ist der durchschnittliche Fehler jedes Vergleichsternes d_m, so ergibt sich daraus der durchschnittliche Fehler eines Gruppenmittels aus N_m Sternen zu

$$D_m = d_m / \sqrt{N_m}.$$

2. Die einzelnen Abweichungen v_m der Punkte (Gruppenmittel) von der ausgleichenden Kurve werden ebenfalls gemittelt. Man erhält so die durchschnittliche Abweichung V_m aller Gruppenmittel. Als einschränkende Bedingung für die Glättung einer Kurve wird nun verlangt, daß das sich so ergebende V_m kleiner oder grade so groß sein soll wie der mittlere durchschnittliche Fehler der Einzelpunkte (Gruppenmittel) D_m, also

$$V_m \leq D_m.$$

Diese Ungleichung geht immer zu erfüllen, denn

1. V_m kann man zwischen gewissen Grenzen durch die Glättung beliebig variieren: a) $V_m = 0$: Kurven durch alle Punkte ohne Glättung; b) V_m wird immer größer, je mehr man die Kurven glättet, d. h. eine je einfachere Gestalt den Kurven gegeben wird. (Analog: Darstellung einer Funktion durch Fourrierreihen mit mehr oder weniger Koeffizienten.)

2. Die Bestimmung von D_m hängt ab von dem Wert von d_m. Den durchschnittlichen Fehler d_m für einen Stern mit n_m Beobachtungen kann man praktisch auf zwei Wegen bestimmen.

a) Unabhängig vom Katalogvergleich findet man den durchschnittlichen Fehler eines Sternes aus der inneren Übereinstimmung der Einzelbeobachtungen.

b) Im Zusammenhang mit dem Katalogvergleich berechnet man aus den nach Anbringung der systematischen Korrektionen übrigbleibenden Resten v (Seite 355 als zufällige Fehler bezeichnet) einen durchschnittlichen Fehler. Dieser letzte Fall zeigt eine Abhängigkeit des d_m von der Annahme über die Größe der systematischen Korrektionen, d. h. von der Glättung, durch die die v_m bestimmt sind. Eine Änderung des Verlaufs der Kurve ändert jedoch die v_m sehr erheblich, während der Einfluß auf die Streuung der Einzelsterne, die das d_m bestimmt, nur klein ist; entsprechend wird auch V_m stark geändert, während D_m nur einer geringen Änderung unterliegt. Besonders bei modernen Katalogen werden nun die V_m nur wenig geändert, d. h. D_m bleibt praktisch unverändert. Unter diesen Voraussetzungen kann man also auch die d_m, die sich aus Fall b) ergeben, benutzen, um einwandfreie Ergebnisse zu erhalten.

Unter allen Kurven, die der Bedingung $V_m \leq D_m$ genügen, sucht man sich die »einfachste« aus. Die einfachste Form der Kurve ist die Gerade: »Korrektion = 0«. Liegt diese Kurve ebenfalls in dem Bereich dieses Kriteriums, so sagt man: die Korrektion ist gleich null. Die Realität der Korrektion, d. h. die tatsächlich vorhandene, durch Instrumental- oder andere Einflüsse bedingte Behaftung der Beobachtungen mit einem systematischen Fehler von der angegebenen Form, kann allerdings auf diesem Wege nicht geprüft werden. Es ist ja bei der teilweise nur geringen Vergleichstern- bzw. Beobachtungszahl auch ebenso gut einmal möglich, daß eine systematische Korrektion durch einseitige Anhäufung zufälliger Beobachtungsfehler vorgetäuscht werden kann. Diese Möglichkeit ist natürlich um so größer, je kleiner, absolut genommen, die sich ergebende Korrektion ist, weshalb die Anbringung sehr kleiner systematischer Korrektionen mehr oder weniger doch willkürlich ist.

Bei dieser Betrachtung der Glättung ist jedoch nicht beachtet worden, daß die einzelnen Gruppenmittel auch noch irgendwie systematisch verfälscht sein können, z. B. durch ungleichmäßige Verteilung der Sterne innerhalb der Gruppe, die eine unvollständige Elimination der noch nicht diskutierten systematischen Korrektionen zur Folge hat (z. B. bei der $\Delta\alpha_\delta$-Ableitung sind noch systematische Restfehler aus $\Delta\alpha_\alpha$

und Δa_m vorhanden). Aus diesem Grunde wird der durchschnittliche Fehler des Gruppenmittels D_m etwas zu klein berechnet worden sein, d. h. das Kriterium $V_m \leqq D_m$ ist zu eng. Eine geringe Überschreitung der Grenze $V_m = D_m$ wäre also noch zuzulassen. Andererseits aber geht der sich durch strenge Beachtung des Kriteriums ergebende zu enge Anschluß der Kurve an die Einzelpunkte sowieso wieder verloren. Denn die Darstellung der Kurven geschieht in den Tafeln mit größeren Intervallen, zwischen denen im allgemeinen linear interpoliert wird, und diese Interpolation bedeutet sowieso eine starke Glättung.

Die Prüfung, ob die abgeleiteten Korrektionskurven den hier aufgestellten Bedingungen genügen, kann nun erst nach der Ableitung sämtlicher Korrektionen und Gewichte gemacht werden. Man wird also scheinbar zu spät erkennen, ob die Glättung zu stark oder zu schwach war. Im allgemeinen kann man aber innerhalb der geringen Grenzen, die nötig sind, um das Kriterium zu erfüllen, die Korrektionskurven unbedenklich ändern, ohne befürchten zu müssen, daß damit die übrigen Korrektionen, die ja von der zuerst abgeleiteten ebenfalls abhängen, wesentlich geändert werden. Falls dies der Fall sein würde, müßte man sowieso Doppeldiskussion der Korrektionen vornehmen.

6. Die aus den Katalogvergleichen hergeleiteten Reduktionstafeln.

Die nachfolgenden Korrektionen gelten in dem Sinne:

Katalogort + systematische Korr. = Ort im System FK3.

Die gesamte systematische Korrektion setzt sich zusammen

in AR aus $\Delta\alpha = \Delta a_\delta + \Delta a_m + \Delta a_\alpha$ (+ Zusätze)

in δ aus $\Delta\delta = \Delta\delta_\delta + \Delta\delta_\alpha$ (+ Zusätze).

Verzeichnis der bearbeiteten Kataloge.

Kat.	Äqu.	Ep.	Präz.	Vergl. mit:	Anzahl der Kat.-St.	Anzahl der gemeinsamen Sterne bei Vergleich in:			
						Δa_δ	Δa_α	$\Delta\delta_\delta$	$\Delta\delta_\alpha$
Str	1820	1820.5	*Str.*	NFK	1716	201	201	—	—
Ptta	1825	1825.6	*Newc.*	NFK	2840	—	—	94	—
Par_{90}	1890	1888.7	*Leverr.*	NFK	26262	393	290	268	212
Me_3	1890	1891.4	*Newc.*	NFK	3068	389	327	425	317
Hgk	1900	1901.0	*Str.*	NFK	2120	227	227	—	—
Mod	1900	1898.3	*Str.*	Kü	1306	165	165	165	165
Cord B	1900	1896.5	*Str.*	PGC	15200	222	222	222	222
Cord C	1900	1899.2	*Str.*	PGC	12757	205	205	223	223
Uc_{25} BH	1925	1915.0	*Newc.*	PGC	1339	648	643	658	642
2. Grw_{25} I	1925	1927.5	*Newc.*	FK3	2111	589	580	590	581
Uc B 1	1930	1931.2	*Newc.*	Eich	291	291	—	—	—

Alle Kataloge, auch die nicht direkt mit FK3 verglichen wurden, werden durch die folgenden Tafeln in das System FK3 gebracht. Geklammerte Werte in den Tabellen konnten nur näherungsweise bestimmt werden.

Bemerkungen.

Ptta Die Ableitung der Korr. $\Delta\delta_\delta$ ist auf Grund der sehr unsicheren Örter des Kat. nur näherungsweise möglich. Wegen der Stelle $-51°$ s. in der Neureduktion des Katalogs p. G(39), $\Delta\delta_\alpha$ ist nicht bestimmbar. Zur Ableitung der Örter der Zusatzsterne nicht benutzt.

Par_{90} Die gegebenen Korr. gelten für Örter, die wegen der Differenz der Präzession von *Newcomb* und *Le Verrier* bereits verbessert sind. Nach *Oppolzer* ergibt sich:

für ein tropisches Jahr (Äqu. 1900)

(Newc. − L. V.) $\Delta m = +0^s.0008 = +0''.0115$

$\Delta n = -0^s.0006 = -0''.0090$

Me_3 An die Katalogdeklinationen sind die Teilfehler noch nicht angebracht. Sie sind unter der Bezeichnung »Corr. T.« in der Tabelle 4 gegeben. Ihre Ableitung geschah aus der Tafel in der Katalogeinleitung p. VIII oben.

Mod Die EB. der gemeinsamen Sterne (Kü − Mod) wurden zum größten Teil aus dem EBL. und dessen Nachträgen entnommen. Gewichte aus dem mittleren Fehler, wie er im Katalog gegeben ist.

Cord B, Cord C Die Gewichte sind unterschieden in Katalogsterne und Fundamentalsterne. Die letzteren sind im Anhang »Comparacion con el PGC« als »Fund.« bezeichnet.

Uc B 1 Es wurde nur Δa_δ diskutiert; Δa_α kann als verschwindend klein angenommen werden, da die im Katalog gegebenen Sterne als Zeitsterne benutzt worden sind. Hgl. = 0 gesetzt, da mit unpersönlichem Mikrometer und Gittern beobachtet wurde.

Tabelle 1a. Δa_δ (Einheit 0ˢ.001).

(+65° bis +85°) bzw. (−65° bis −85°): $\Delta\alpha_\delta \cos\delta$.

δ	Str	Me_3	Par_{90}	Hgk	2. Grw_{25}	Uc_{25} BH	Uc B1	δ
+85°	+ 9				+ 8	− 3		+85°
80	0				− 1	−11		80
75	− 15		+13		− 5	−13		75
70	− 27		+10		−10	−15		70
65	− 35		− 4		−14	−19		65
+60	− 70		−20		−28	−46	− 6	+60
55	− 75		− 4		−24	−47	+ 4	55
50	− 85		+ 9		−18	−37	+12	50
45	(−109)	−36	+17		−17	−44	+14	45
40	(−167) / − 41	−24	+23		−17	−52	+10	40
+35	− 55	−13	+11		−16	−57	+ 7	+35
30	− 66	− 1	− 4		−12	−58	+ 8	30
25	− 79	+ 6	−16		−10	−58	+ 8	25
20	− 87	0	−23		− 8	−57	+ 4	20
15	− 97	− 4	−14		− 3	−54	+ 2	15
+10	−107	− 5	− 3		+ 3	−54	0	+10
+ 5	−119	− 4	− 2		+ 9	−53	− 1	+ 5
0	−127	− 6	− 3		+11	−52	− 1	0
− 5	−117	− 6	− 3	(+15)	+12	−49	− 2	− 5
−10	−106	− 9	− 3	+ 7	+13	−46	− 6	−10
−15	− 80	−11	− 3	+ 2	+14	−45	− 6	−15
20		−13	− 5	− 4	+15	−44	(− 8)	20
25		−13	− 2	− 4	+14	−47		25
30		−17	− 2	− 8		−50		30
35		−23		− 8				35
−40		−30		− 1				−40
45		−36		+ 7				45
50		−30		+23				50
55		−44		+21				55
60		−79		+ 7				60
−65		−42		(+ 9)				−65
70		−56						70
75								75
80								80
85								85

Zonen-Kataloge:

	Grenzen	$\Delta\alpha_\delta$
Mod	+ 4° bis 0°	− 59
Cord B	−27 » −31	− 55
»	−31 » −32	− 98
Cord C	−32 » −37	−120

1b. Δa_m.

Für die Kataloge Me_3 und Par_{90} ist die Hgl. des NFK (s. AN 255.302) zu benutzen.

Bei den Katalogen Str, Hgk und Mod ist die Anbringung einer Hgl. nicht notwendig, da die Örter selbst wesentlich größere zufällige Fehler besitzen. Die Hgl. der Kataloge 2. Grw_{25}, Uc_{25} BH und Uc B1 ist gleich null anzunehmen.

Die Hgl. der Kataloge Cord B und Cord C beträgt

$$\Delta a_m = -0^s.008 \; (m - 6^m.0).$$

Tabelle 2a. Δa_{α_1} (Einheit: 0ˢ.001).

α	Str	Me_3	Par_{90}	Hgk	Mod	Cord B	Cord C	2. Grw_{25}	Uc_{25} BH	Uc B1	α
0ʰ	+ 2	+10	+45	+18	+18	+43	+44	+ 4	+ 3	− 2	0ʰ
1	− 7	+11	+37	+14	+18	+48	+45	+ 4	− 3	− 4	1
2	−10	+10	+16	+ 9	+16	+42	+46	+ 4	− 4	− 9	2
3	− 9	+ 6	−11	+ 2	+11	+39	+50	+ 4	− 4	− 5	3
4	0	− 1	−36	− 3	+ 3	+27	+40	+ 3	− 3	− 3	4
5	+16	− 6	−42	− 5	− 6	− 9	+11	+ 2	− 5	+ 1	5
6	+24	−10	−41	−12	−16	−20	− 8	+ 1	− 7	+ 4	6
7	+27	−12	−36	−16	−21	−21	−20	− 2	− 6	+ 6	7
8	+30	−14	−31	−11	−23	−22	−29	− 4	− 4	0	8
9	+31	−15	−25	− 9	−24	−22	−38	− 5	− 4	− 4	9
10	+31	−16	−22	− 6	−23	−34	−48	− 7	−10	− 4	10
11	+28	−13	−21	− 7	−20	−29	−42	− 8	− 7	− 2	11
12	+21	−11	−26	− 6	−17	−18	−33	− 8	− 7	+ 1	12
13	+10	− 8	−27	−11	−13	−25	−32	− 7	− 9	+ 3	13
14	− 2	− 8	−22	− 5	− 9	−29	−24	− 7	−10	+ 5	14
15	− 7	− 8	−12	+ 3	− 4	−29	−16	− 6	−11	+ 7	15
16	− 9	− 4	0	+ 7	+ 1	−32	−11	− 4	− 4	+ 7	16
17	− 7	+ 2	+12	+ 3	+ 7	−28	−10	− 2	+ 3	+ 5	17
18	− 2	+ 8	+22	− 4	+13	− 9	− 6	− 1	+ 6	+ 3	18
19	+ 1	+14	+30	0	+19	+13	− 3	+ 1	+12	+ 1	19
20	+ 4	+16	+34	+ 7	+20	+26	+12	+ 3	+13	− 2	20
21	+ 6	+14	+39	+12	+19	+28	+36	+ 4	+ 9	− 3	21
22	+ 7	+10	+43	+12	+19	+40	+49	+ 4	+ 9	− 3	22
23	+ 5	+ 8	+44	+13	+18	+45	+47	+ 4	+ 9	− 3	23
24	+ 2	+10	+45	+18	+18	+43	+44	+ 4	+ 3	− 2	24

Tabelle 2b.

	$(\Delta a_{\alpha_2} - \Delta a_{\alpha_1})$ (+40° bis +60°)			$(\Delta a_{\alpha_3} - \Delta a_{\alpha_1}) \cos\delta$ (+60° bis +80°)		
α	Par_{90}	Uc_{25} BH	2. Grw_{25}	Uc_{25} BH	2. Grw_{25}	α
0ʰ	+30	+11	− 5	+ 8	+ 1	0ʰ
1	+10	+12	− 5	+ 1	− 1	1
2	−10	+13	− 1	− 1	− 3	2
3	−20	+10	0	+ 1	− 6	3
4	−20	+ 7	− 2	+ 8	− 7	4
5	−20	+ 7	− 6	+10	− 8	5
6	−30	+11	− 8	+ 9	− 9	6
7	−40	+23	− 8	+ 7	− 9	7
8	−40	+32	− 8	+ 7	− 9	8
9	−40	+22	− 7	+ 7	− 8	9
10	−40	+23	− 7	+ 3	− 6	10
11	−40	+ 9	− 5	− 7	− 2	11
12	−40	− 6	− 1	− 7	+ 3	12
13	−40	−10	+ 3	+ 1	+ 6	13
14	−30	+ 1	+ 5	+15	+ 8	14
15	−30	+11	+ 6	+13	+ 9	15
16	−20	−30	+ 6	+ 2	+ 9	16
17	−10	−60	+ 6	− 9	+ 9	17
18	0	−67	+ 4	−16	+ 9	18
19	+20	−48	+ 3	−13	+ 8	19
20	+40	−17	+ 7	− 4	+ 7	20
21	+50	− 3	+14	+ 6	+ 6	21
22	+50	+ 5	+13	+15	+ 5	22
23	+40	+ 8	+ 5	+15	+ 3	23
24	+30	+11	− 5	+ 8	+ 1	24

Tabelle 3. $\Delta\delta_\delta$ (Einheit: 0″.01).

δ	Ptta	Me_3	Par_{90}	2. Grw_{25}	Uc_{25} BH	δ
+85°				+ 7	− 6	+85°
80			−54	+11	+ 1	80
75			−38	+13	+ 3	75
70			−25	+16	+ 3	70
65			−16	+18	+ 5	65
+60			−10	+20	+ 8	+60
55			− 8	+18	+ 9	55
50			−12	+13	+ 9	50
45			−17	+11	+ 7	45
40		−149	−21 / − 4	+13	+ 2	40
+35		−123	− 9	+17	− 2	+35
30		−113	− 8	+22	− 6	30
25		−112	− 9	+30	− 7	25
20		−122	−12	+34	−10	20
15		−127	−12	+24	−14	15
+10		−127	− 6	+21	−17	+10
+ 5		−119	+ 1	+27	−14	+ 5
0		−100	+ 2	+25	−16	0
− 5		− 85	− 1	+15	−25	− 5
−10		− 87	− 5	+ 5	−39	−10
−15		− 86	+ 3	− 5	−53	−15
20		− 86	+20	−11	−60	20
25		− 87	+43	−17	−60	25
30	+0″.6	− 89	+71	−21	−59	30
35	+0.2	− 82				35
−40	−0.1 [1]	− 68				−40
45	−1.5	− 70				45
50	−1.7 [2]	−100				50
55	−0.6	− 90				55
60	−0.7	− 90				60
−65	−0.6	− 60				−65
70	−0.5	− 30				70
75	+0.1	− 20				75
80	+0.7	− 20				80
85		− 20 [3]				85

Mod
0° bis +4°

$\Delta\delta_\delta$: +27

Cord B

−27°0	−17
.5	− 1
−28.0	+ 7
.5	+13
−29.0	+16
.5	+17
−30.0	+16
.5	+13
−31.0	+10
.5	+ 3
−32.0	+ 2

Cord C

−32° bis −37°

$\Delta\delta_\delta$: −15

[1]) Ptta: Sprungstelle bei −42°.5 (Sprung im NFK).

[2]) Ptta: −50° bis −52° unbrauchbar; −52° = 0″.0, −55° = −0″.6, ⋯ .

[3]) Me_3: (−40° bis −85°) Korr. unsicher, nur auf 0″.1 genau bestimmt.

Tabelle 4. Me_3 Corr T (Einheit: 0″.01).

Diese Korrektion muß zunächst an die N.P.D. angebracht werden im Sinne: N.P.D. + Corr T = verb. N.P.D.

N.P.D.	Corr.	N.P.D.	Corr.	N.P.D.	Corr.	N.P.D.	Corr.
40°	−10	72°	−17	93°	+ 1	113°.5	− 2
44	−23	76	−15	94	− 4	115	0
48	−26	80	−16	96	−16	117.5	+24
52	−25	84	−19	98	−25	120	+27
56	−23	88	−26	100	−31	122.5	+23
60	−22	90	−33	104	−30	125	+12
64	−20	92	−44	108	−29	127.5	+ 1
68	−19	92.8	−49	112	−35	130	−10
72	−17			113.4	−38	134	−23

Für N.P.D. > 130° ist mit (N.P.D. − 90°) in die Tabelle einzugehen.

Tabelle 5a. $\Delta\delta_{\alpha_1}$ (Einheit: 0″.01).

α	Ptta	Me_3	Par_{90}	Mod	Cord B	Cord C	2. Grw_{25}	Uc_{25} BH	α
0h	(0)	+26	−16	− 6	+14	−15	+11	−12	0h
1	·	+32	− 3	− 5	+ 8	−25	+ 6	−13	1
2	·	+35	+ 8	− 1	0	−27	− 1	−13	2
3	·	+35	+19	+ 1	− 2	−12	− 3	−12	3
4	·	+33	+29	+ 2	−13	+ 2	− 3	−10	4
5	·	+26	+35	0	− 9	+23	0	− 3	5
6	·	+19	+38	− 3	−10	+21	+ 4	+ 2	6
7	·	+12	+36	− 8	−17	0	+ 6	+ 2	7
8	·	+ 7	+35	−10	−14	−14	+ 6	+ 1	8
9	·	+ 2	+35	−10	− 8	−19	+ 6	+ 1	9
10	·	− 7	+37	− 7	+ 6	−19	+ 4	+ 2	10
11	·	−18	+36	− 1	+ 8	−28	+ 1	+ 6	11
12	·	−22	+33	+ 5	+11	−35	− 3	+ 8	12
13	·	−21	+27	+12	+14	−28	− 7	+ 8	13
14	·	−20	+13	+17	+13	−13	−13	+ 6	14
15	·	−21	−14	+17	+ 1	+ 7	−17	+ 4	15
16	·	−23	−39	+14	−22	+15	−15	− 1	16
17	·	−22	−50	+10	−31	+35	− 9	− 1	17
18	·	−22	−53	+ 5	−24	+33	− 1	+ 9	18
19	·	−18	−43	+ 2	+ 3	+33	+ 2	+13	19
20	·	−12	−38	− 2	+21	+30	− 2	+10	20
21	·	− 2	−36	− 2	+23	+17	− 5	+ 2	21
22	·	+ 7	−35	− 4	+21	+ 6	0	− 7	22
23	·	+17	−28	− 5	+16	− 6	+ 6	−12	23
24	·	+26	−16	− 6	+14	−15	+11	−12	24

Tabelle 5b.

	$(\Delta\delta_{\alpha_2} - \Delta\delta_{\alpha_1})$ (±40° bis ±60°)			$(\Delta\delta_{\alpha_3} - \Delta\delta_{\alpha_1})$ (+60° bis +80°)		
α	Me_3	2. Grw_{25}	Uc_{25} BH	2. Grw_{25}	Uc_{25} BH	α
0h	−20	+ 6	+ 1	− 6	− 5	0h
1		+ 8	+ 8	− 5	−11	1
2		+ 8	+13	− 2	− 6	2
3	−50	+ 8	+13	+ 1	+ 2	3
4		+ 7	+ 9	+ 5	+12	4
5		+ 5	+ 2	+ 8	+16	5
6	−50	+ 1	− 1	+10	+15	6
7		− 3	− 4	+ 8	+ 7	7
8		− 6	− 4	+ 3	− 5	8
9	−10	− 6	− 8	0	− 9	9
10		− 5	− 9	0	− 2	10
11		− 3	− 8	+ 2	+ 5	11
12	+10	0	− 5	+ 5	+ 6	12
13		+ 5	− 2	+ 4	− 1	13
14		+11	+ 1	+ 2	− 5	14
15	+20	+ 9	+ 3	− 2	− 8	15
16		+ 3	+ 1	− 5	−13	16
17		− 8	0	− 8	−15	17
18	0	−13	− 3	−11	−10	18
19		−14	− 8	− 9	− 1	19
20		− 8	−13	− 3	+ 5	20
21	−10	− 3	−18	+ 3	+12	21
22		+ 1	−14	+ 2	+10	22
23		+ 4	− 7	− 3	+ 5	23
24	−20	+ 6	+ 1	− 6	− 5	24

Tabelle 6. p_α.

n	Str	Me_3	Par_{90}	Uc_{25} BH	2. Grw_{25}	Uc B1	Hgk
1	0.2	0.4	0.1	0.7	0.9		
2	0.4	0.8	0.2	1.1	1.7		0.8
3	0.6	1.2	0.3	1.4	2.4		1.2
4	0.8	1.6	0.4	1.6	3.2		1.5
5	1.0	1.9	0.4	1.7	3.9	6.4	1.8
6	1.1	2.3	0.5	1.8	4.6	7.6	2.0
7	1.3	2.6	0.6	1.9	5.3	8.9	2.3
8	1.4	2.9	0.7	2.0	5.8	10.2	2.5
9	1.6	3.3	0.8	2.0	6.5	11.4	2.8
10	1.8	3.6	0.9	2.1	7.1	12.7	3.0
11	1.9	3.9	0.9		7.6	13.2	
12	2.1	4.2	1.0	2.1	8.2	13.6	
13	2.2	4.4	1.1		8.6	14.1	
14	2.3	4.7	1.2	2.2	9.1	14.5	
15	2.5	5.0	1.2		9.6	15.0	
16	2.6	5.3	1.3	2.3	10.2	16.0	
17	2.7	5.5	1.4		10.6	..	
18	2.8	5 8	1.5	2.3	11.0	..	
19	3.0	6.0	1.5		11.4		
20	3.1	6.3	1.6	2.3	11.8		
22	3.3	6.7	1.7		12.7		
24	3.5	7.2	1.9		13.4		
26	3.7	7.6	2.0		14.0		
28	3.9	8.0	2.1		14.9		
30	4.1	8.4	2.2	2.4	15.4		
35	4.5	9.2	2.5		16.6		
40	4.9	10.0	2.8		17.8		
45	5.3	10.7	3.0		18.9		
50	5.6	11.4	3.2	2.5	20.1		
55	5.9	12.1	3.4		21.0		
60	6.2	12.7	3.6		21.7		
65	6.4	13.2	3.8		22.5		
70	6.6	13.6	4.0		23.1		
75	6.8	14.0	4.2		23.7		
80	7.0	14.4	4.4		24.3		
90	7.4	15.1	4.6		25.0		
100	7.7	15.9	4.9	2.6	25.7		
110	8.0	16.5	5.2		26.4		
120	8.3	16.8	5.4		27.1		
130	8.5	[1]	5.6		27.7		
140	8.6		5.8		28.3		
150	8.8		6.0		28.9		
175	9.2		6.3		29.6		
200	9.5		6.6		30.4		
250	9.9		7.1		31.8		

	p_α
Cord B	0.9
Fund	3.7
Cord C	0.3
Fund	1.0

Mod: p_α einer Katalogposition = 1.4

[1]) Me_3: Die Gewichte gelten für $+45°$ bis $-37°8$. In der Zone $-37°8$ bis $-60°$ mit $^1/_2 n$ eingehen; in der Zone $-60°$ bis $-75°$ dagegen $^1/_2 p$ als wahrscheinliches Gewicht benutzen.

Die Gewichte gelten für den ganzen Katalogbereich, außer in unterer Kulmination (s. S. 357).

Tabelle 7. p_δ.

n	Me_3	Par_{90}	2. Grw_{25}	Uc_{25} BH
1	0.1	0.1		0.2
2	0.3	0.2		0.3
3	0.4	0.3		0.4
4	0.5	0.5	1.7	0.5
5	0.7	0.6	2.0	0.6
6	0.8	0.7	2.3	0.7
7	0.9	0.8	2.6	0.7
8	1.1	0.9	2.9	0.8
9	1.2	1.0	3.1	0.9
10	1.3	1.1	3.3	0.9
11	1.5	1.2	3.6	
12	1.6	1.3	3.8	1.0
13	1.7	1.4	3.9	
14	1.9	1.5	4.1	1.1
15	2.0	1.6	4.3	
16	2.1	1.6	4.5	1.2
17	2.2	1.7	4.6	
18	2.4	1.8	4.7	1.2
19	2.5	1.9	4.9	
20	2.6	2.0	5.0	1.3
22	2.9	2.2	5.2	
24	3.1	2.3	5.5	
26	3.3	2.5	5.7	
28	3.5	2.6	5.8	
30	3.7	2.8	6.0	1.4
35	[1])	3.1	6.4	
40		3.4	6.7	1.5
45		3.7	6.9	
50		4.0	7.1	1.6
55		4.3	7.3	
60		4.5	7.5	
65		4.8	7.6	
70		5.0	7.8	
75		5.2	7.9	1.7
80		5.4	8.0	
90		5.8	8.2	
100		6.1	8.3	1.8
110		6.4	8.4	
120		6.7	8.5	
130		6.9	8.6	
140		7.1	8.7	
150		7.4	8.8	
175		7.8	9.0	
200		8.2	9.1	
250		8.8	9.3	

	p_δ
Cord B	0.8
Fund	1.5
Cord C	0.3
Fund	0.8

Ptta n	p_δ
1	0.01
2	0.02
5	0.05
10	0.10
15	0.16
20	0.21

Mod: p_δ einer Katalogposition = 1.8

[1]) Me_3: gilt für $+40°$ bis $-37°8$; südl. $-37°8$: $^1/_2 p$.

Die Gewichte gelten für den ganzen Katalogbereich, außer in der Umgebung der Pole (OC., UC., s. S. 357).

E. Wahl.

Lebenslauf.

Am 24. Mai 1914 wurde ich, *Adolf Wilhelm Carl Eberhard Wahl*, als Sohn des Lehrers *Edmund Wahl* in Berlin-Lichterfelde geboren. Ich bin deutscher Staatsangehörigkeit und evangelischen Bekenntnisses. Von 1923 bis 1932 besuchte ich das Lichterfelder Realgymnasium, an dem ich Ostern 1932 meine Reifeprüfung ablegte. Seit dieser Zeit studierte ich an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin Mathematik, Physik und Astronomie. Während der Semesterferien zu Ostern 1934 leistete ich 10 Wochen freiwilligen Arbeitsdienst und unterbrach außerdem mein Studium für ein Jahr, um vom 1. 11. 1934 bis 12. 10. 1935 meiner Wehrpflicht zu genügen. Während meines Studiums hörte ich Vorlesungen und Übungen bei den Herren Professoren und Dozenten *Bieberbach*, *Bottlinger*†, *ten Bruggencate*, *Feigl*, *Grotrian*, *Guthnick*, *Henning*, *Kopff*, *Möglich*, *Nernst*, *Orthmann*, *Pollaczek*, *Riefert*, *E. Schmidt*, *Schüler*, *Stumpff*, *Wehnelt*. Im Wintersemester 1935-36 übertrug mir der Direktor des Astronomischen Recheninstituts Professor Dr. *A. Kopff* die vorliegende Arbeit als Dissertation. Herr Professor Dr. *Kopff* gab mir daneben auch die Möglichkeit, seit Oktober 1935 als wissenschaftlicher Hilfsarbeiter an dem genannten Institut zu arbeiten. Ich möchte an dieser Stelle nicht versäumen, allen Herren des Astronomischen Recheninstituts, besonders aber Herrn Professor Dr. *Kopff* zu danken für die wohlwollende Förderung und Unterstützung bei Abfassung dieser Arbeit und für die Erlaubnis, die Einrichtungen des Astronomischen Recheninstituts bei ihrer Durchführung benutzen zu dürfen.